

2216749

Figures 1A and 1B show two particular embodiments of the present invention. Figure 1A shows a microelectronic structure 10 of pyramidal shape, consisting of three successive stages 11, 12 and 13 forming steps, the latter having each being provided over their entire periphery with output contacts 14. The upper surface of the stage 13 may accommodate the desired assembly of integrated semiconductor chips of the kind 15 or of discrete components, for example thin-film components, which may be fastened by techniques known in the prior art, see for example US Patent 3 458 925 (IBM) of 20 January 1966. It is obvious that although a three-stage structure has been shown, the invention is in no way limited to this number. Many modifications in shape and details may be provided without thereby departing from the scope of the present invention. In particular, although a simple pyramidal structure has been shown with steps developing only on one side, it is also conceivable to have a double pyramidal structure, with steps developing on both sides of the substrate, and therefore symmetrical with respect to the base stage (here the stage 11).

In Figure 1B, a slight variant has been shown, the structure 16 being characterized in that it comprises five stages, in that it is symmetrical with respect to the base stage 17, and in that only one side of the structure has the characteristic staircase step shape. These steps are provided with output contacts 18, whereas the upper face 19 of the third stage bears a plurality of integrated semiconductor chips or microwafers shown bearing the reference 20. It will be noted that the lower face 21 of the structure 16 on the opposite side from the upper face 19 may also carry microwafers. Through these two variants and the many

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- 2 -

other that can be easily deduced, it will be understood that a structure according to the present invention is provided on at least one of its sides with staircase steps that are covered with output contacts. This novel arrangement makes it possible to increase by a substantial factor the number of output contacts on a substrate of defined dimensions. The role played by these output contacts was explained in the course of the introduction. As will be seen later, the invention also makes it possible to use connection systems of remarkable efficiency and simplicity. Finally, it should be noted that the process for obtaining these microelectronic structures has not been mentioned. This process is nevertheless compatible with the conventional processes for the fabrication of ceramic multilayer circuits that are well known to all those skilled in the art. However, when taking into account the modifications needed to implement the invention, the steps requiring modifications over the known processes will be explained in detail below.

Figure 3A shows a first method for connecting the output contacts, of a microelectronic structure 28 of the kind of the structure 10 shown in relation to Figure 1A, to the outside world. The type of bond chosen is that using what is called the DECAL technique, as shown with reference to Figure 2. This figure shows a simple pyramidal structure consisting of three stages, 29, 30 and 31 respectively, and which, for the sake of simplifying the examination, has only one output contact per stage, 32, 33 and 34 respectively, the latter being particular contacts that had been generally referenced at 14 in Figure 1A. Likewise, three DECAL sheets 35, 36 and 37, each carrying a desired configuration of electrical conductors, intended to be applied against the stages 29, 30 and 31 respectively, have been shown very

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- 3 -

schematically above this structure. The stages 29, 30 and 31 correspond to the stages 11, 12 and 13 of Figure 1A. Again, to make it easier to understand the drawing, each DECAL sheet carries only a single printed conductor 38, 39 and 40 respectively, each comprising, at its ends, an eyelet 41, 42 and 43 and a finger 44, 45 and 46. The conductors are carried on the lower face of the plastic supports, the latter preferably being transparent. The sheets are provided with variable apertures 47, 48 and 49 respectively, the role of which will be explained below. The aperture 49 in the case of a three-stage structure is obviously unnecessary. It will be noted that the integrated semiconductor chips have not been shown on the upper face of the stage 31.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

①1 N° de publication :

(A n'utiliser que pour  
le classement et les  
commandes de reproduction).

**2.216.749**

②1 N° d'enregistrement national

(A utiliser pour les paiements d'annuités,  
les demandes de copies officielles et toutes  
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

**73.04201**

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

1<sup>re</sup> PUBLICATION

②2 Date de dépôt ..... 31 janvier 1973, à 14 h 22 mn.  
④1 Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — «Listes» n. 35 du 30-8-1974.

⑤1 Classification internationale (Int. Cl.) H 05 k 1/04; H 05 k 3/10.

⑦1 Déposant : Société dite : COMPAGNIE IBM FRANCE, résidant en France.

⑦3 Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4 Mandataire : Daniel Klein, Département de Propriété Industrielle IBM.

⑤4 Nouveaux substrats et nouvelles structures microélectroniques à densité de contact élevée en résultant.

⑦2 Invention de : Roger Gonin.

③3 ③2 ③1 Priorité conventionnelle :

La présente invention concerne de nouveaux substrats et de nouvelles structures de circuits microélectroniques notamment du genre circuits multicouches céramiques. Elle concerne plus particulièrement, des substrats présentant une densité de câblage importante associée à un nombre de contacts de sortie élevé, et qui permettent en outre une liaison à la fois rapide et facile avec les connecteurs de sortie, qui assurent la connexion électrique avec le monde extérieur.

Chronologiquement, au travers de leur grande variété de présentation, les circuits microélectroniques se sont d'abord présentés sous la forme d'un substrat céramique unitaire, de forme carrée ou rectangulaire, de dimensions variables, de l'ordre de quelques  $\text{cm}^2$ , recouvert par une sérigraphie conductrice, qui reliait les différents composants entre eux et/ou avec les contacts de sortie, généralement des broches en forme d'épingle; ces dernières assurant les connexions électriques avec la circuiterie extérieure. Les composants étaient soit des composants actifs élémentaires tels des transistors, diodes, soit des pastilles de circuits intégrés monolithiques semiconducteurs, soit enfin des composants passifs: résistances, capacités, etc.

Ces substrats céramiques recevaient habituellement de 12 à 16 broches placées le long de leur périphérie. Une machine du genre utilisée pour effectuer automatiquement ce brochage est décrite dans le brevet des E.U.A n° 3 216 097 (IBM) du 16 Avril 1963. Ce genre de machine apparaît limité à une quantité déterminée de broches dépendant évidemment des dimensions du substrat. Au delà, les perfectionnements mécaniques qui sont alors nécessaires, demandent des machines à mécanique très évoluée généralement complexe et donc coûteuse. De toutes façons, s'il est admis que les limites actuelles peuvent être reculées, il est reconnu que l'avenir ne se situe pas dans cette voie.

Par ailleurs, l'industrie microélectronique tend vers des densités d'intégration des pastilles semiconductrices intégrées monolithiques croissantes. Dans le cadre d'une intégration à grande densité (LSI) ces pastilles comprennent des milliers de composants actifs et/ou passifs élémentaires, tels que des transistors, des diodes, des résistances, etc., et elles sont munies d'un grand nombre de points de sortie; de plus, sur un même substrat céramique, on tend à disposer un nombre de plus en plus grand de ces pastilles; le problème, de la sortie électrique de tous ces points de sortie vers le monde extérieur sous forme de connexions électriques formées sur le substrat et ci-après dénommés contacts de sortie, se pose donc avec d'autant plus d'acuité.

En conséquence, on se trouve actuellement confronté à deux problèmes



par ailleurs liés : d'une part augmenter le nombre des contacts de sortie formés à la surface dudit substrat et d'autre part accroître le réseau de câblage pour relier les points de sortie des pastilles de circuits intégrés auxdits contacts de sortie.

- 5 L'une des solutions actuelles pour répondre au second de ces problèmes, donc d'accroître la densité de câblage, consiste à utiliser la technologie des circuits multicouches notamment en céramique. Un exemple de fabrication de ces circuits multicouches en céramique est donné dans le brevet américain 3 518 756 (IBM) du 22 Août 1967. On notera en particulier dans ce brevet,
- 10 le rôle important joué par les trous via ou trous de communication qui après métallisation assurent les connexions électriques entre les différents niveaux ou couches. Sur ces substrats multicouches, il n'est pas difficile selon leurs dimensions de fixer par exemple de 30 à 100 pastilles de circuits intégrés comportant des centaines, voire des milliers de circuits logiques
- 15 ou analogiques élémentaires.

Le premier problème mentionné ci-dessus, c'est à dire le problème de la formation des contacts de sortie pour relier le substrat multicouches ainsi muni de ces pastilles intégrées, et formant donc une structure micro-électronique, à la circuiterie extérieure n'apparaît pas encore résolu de

20 façon satisfaisante dans cette technologie et freine donc considérablement son développement.

Une solution classique adoptée actuellement pour résoudre ce problème dans la technologie des circuits multicouches en céramique consiste dans la pose de broches de contact. Il s'agit d'une étape délicate dans laquelle

25 des broches en forme de clous sont posées au dos du substrat par une simple soudure plomb-étain ou cuivre-argent, soit directement, soit dans une cavité ménagée dans les dernières couches au niveau d'un trou via. La pose de ces broches est toujours une opération difficile et longue qui présente de nombreux inconvénients: d'abord une mauvaise adhérence, ce qui a pour conséquence

30 une faible résistance de ces clous à l'arrachement, et un contact électrique défectueux. Enfin cette technique présente peu de flexibilité lorsque des modifications de câblage sont rendues nécessaires.

Par ailleurs, il est également connu, dans la technologie des substrats multicouches en céramique, pour obtenir des structures planes de faire aboutir

35 les conducteurs électriques sérigraphiés sur la surface dudit substrat, à de petites surfaces conductrices généralement étamées sur lesquelles on viendra souder soit des broches plates, soit des fils de connexion, pour assurer des liaisons électriques avec l'extérieur, par exemple avec la carte à circuits imprimés qui sert habituellement de support. Le substrat protégé

40 par une résine puis encapsulé deviendra ultérieurement le module fini.

De façon connue dans l'industrie des calculateurs, les modules sont montés sur des cartes à circuits imprimés; ces dernières reçoivent chacune un connecteur ce qui permet leur montage ultérieur sur des panneaux de câblage, qui groupés constitueront les portes des calculateurs.

5 La technique d'interconnexion par fils en particulier s'automatise difficilement, ce qui rend cette opération longue et coûteuse.

En tout état de cause, l'art antérieur ne connaît que des substrats unitaires, à simple ou à plusieurs niveaux ou couches, éventuellement empilés et par conséquent, pour chaque substrat, les contacts sont situés généralement  
10 à la périphérie; le nombre des contacts est donc proportionnel aux dimensions du substrat, ce qui est un inconvénient, quand on sait que les techniques de coulage, et de lamination de la céramique, apportent des déformations croissantes avec les dimensions. En effet, on ne peut utiliser que les contacts périphériques, car pour augmenter la quantité des sorties, il serait donc  
15 nécessaire de disposer également de contacts sur des périmètres concentriques intérieurs au premier périmètre et constitué par la périphérie du substrat. Mais à ce moment, l'espace libre entre les contacts des périmètres intérieurs serait insuffisant pour laisser passer les conducteurs des contacts des périmètres extérieurs, sauf dans le cas de l'interconnexion par fils mais  
20 on a vu que cette technique présentait par ailleurs d'autres inconvénients majeurs.

Un premier objet de la présente invention est d'obvier tous les inconvénients de l'art antérieur en présentant de nouveaux substrats et de nouvelles structures microélectroniques en résultant qui malgré des dimensions réduites  
25 présentent un nombre considérable de contacts de sortie.

Un autre objet de la présente invention est de fournir de nouveaux substrats et de nouvelles structures microélectroniques qui puissent recevoir facilement des connecteurs.

Encore un autre objet de la présente invention est de fournir de nouveaux  
30 substrats et de nouvelles structures microélectroniques dont le procédé de fabrication est entièrement compatible avec les techniques de fabrication des circuits multicouches en céramique.

Encore un autre objet de la présente invention est de fournir de nouveaux substrats et de nouvelles structures microélectroniques qui peuvent recevoir  
35 simplement et de façon automatique leurs contacts de sortie.

Enfin encore un autre objet de cette invention est de fournir de nouveaux substrats et de nouvelles structures microélectroniques qui présentent une densité importante de contacts de sortie, et qui sont prévus pour recevoir des connecteurs de telle sorte que ces substrats ou structures puissent être  
40 montés directement sur un panneau de calculateur sans passer par l'intermé-

diaire des cartes à circuits imprimés classiques.

La présente invention propose donc, non pas de disposer les contacts de sortie sur des périmètres concentriques comme il a été dit ci-dessus, mais de les disposer sur un périmètre intérieur situé à un étage différent supérieur ou inférieur de l'étage de base. Dans une réalisation préférée cela revient à construire des substrats multicouches en céramique à bases carrées et de forme pyramidale constitués d'étages formant des marches, les contacts de sortie étant disposés sur les marches de ces pyramides ainsi constituées. L'invention propose ensuite différentes possibilités pour relier lesdits contacts de sortie à la circuiterie extérieure ainsi que, à titre d'exemple, un procédé de fabrication de ces nouveaux substrats et des nouvelles structures microélectroniques qui en résultent. Par structure microélectronique on entend, un substrat, notamment multicouches en céramique revêtu, comme cela a déjà été explicité ci-dessus, d'une pluralité de composants microélectroniques actifs et/ou passifs, typiquement des pastilles semiconductrices intégrées monolithiques.

Enfin d'autres objets caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront mieux de la description qui va suivre donnée à titre d'exemple non limitatif en se reportant aux dessins annexés dans lesquels:

Les figures 1A et 1B représentent une vue en perspective de deux exemples typiques d'une nouvelle structure microélectronique conforme aux enseignements de la présente invention, mettant en évidence en particulier dans la figure 1A la forme pyramidale caractéristique de cette structure. La grande densité de contacts de sortie ressort clairement de ces figures.

La figure 2 représente une vue en perspective d'une feuille imprimée c'est-à-dire revêtue par des conducteurs électriques, détachables ou non, utilisés pour la pose de conducteurs dans une réalisation préférée de la présente invention.

La figure 3A représente une première technique pour assurer la pose de conducteurs électriques pour relier les contacts de sortie d'une structure microélectronique du genre de celle décrite sur la figure 1A, à la circuiterie extérieure en utilisant une feuille imprimée du genre de celle décrite à la figure 2.

La figure 3B est une vue en coupe du module obtenu après l'opération décrite en relation avec la figure 3A. La structure conforme à l'invention est montée sur un support qui est dans cet exemple de réalisation un substrat céramique intermédiaire muni de broches de façon classique.

La figure 4A représente une vue en perspective d'une feuille imprimée du genre de celle décrite à la figure 2 mais montée sur un cadre en plastique muni de broches à sa périphérie.

La figure 4B est une vue en coupe du module obtenu après une opération semblable à celle décrite en relation avec la figure 3A, à ceci près que des cadres portant des feuilles imprimées, conformes à ceux décrits sur la figure 4A, ont été utilisés.

5 La figure 5 montre encore un exemple de réalisation préférée dans lequel une structure microélectronique conforme à l'invention est montée directement sur un connecteur permettant ainsi la connexion directe à un panneau de calculateur.

On a représenté sur les figures 1A et 1B, deux modes de réalisation  
10 particuliers de la présente invention. Sur la figure 1A, on a représenté une structure microélectronique 10 de forme pyramidale, constituée par trois étages successifs 11, 12 et 13 formant des marches, ces dernières ont été munies chacune sur toute leur périphérie, de contacts de sortie 14. La surface supérieure de l'étage 13 peut recevoir l'ensemble désiré de pastilles semi-  
15 conductrices intégrées du genre 15 ou de composants discrets par exemple à film mince qui peuvent être fixés par des techniques connues dans l'art antérieur, voir par exemple le brevet des E.U.A 3 458 925 (IBM) du 20 Janvier 1966. Il est évident que si l'on a représenté une structure à trois étages, l'invention n'est nullement limitée à ce nombre. De nombreuses modifications  
20 de forme et de détails peuvent être apportées sans pour autant sortir du cadre de la présente invention. En particulier si l'on a représenté une structure pyramidale simple avec des marches se développant d'un seul côté, on peut aussi penser à une structure pyramidale double, avec des marches se développant sur les deux côtés du substrat et donc symétrique par rapport  
25 à l'étage de base (ici l'étage 11).

Sur la figure 1B, une légère variante est représentée; la structure 16 se caractérise en ce qu'elle comporte cinq étages, qu'elle est symétrique par rapport à l'étage de base 17, et en ce que seul un côté de la structure a la forme caractéristique en marches d'escalier; ces marches sont munies  
30 de contact de sortie 18, tandis que la face supérieure 19 du troisième étage porte une pluralité de microplaquettes ou pastilles semiconductrices intégrées représentées portant la référence 20. On notera que la face inférieure 21 de la structure 16 opposée à la face supérieure 19 peut également porter des microplaquettes. A travers ces deux variantes et les nombreuses autres  
25 que l'on peut facilement déduire, on comprend qu'une structure conforme à la présente invention, est munie sur au moins un de ses côtés de marches d'escalier qui sont revêtues de contacts de sortie. Cette disposition originale permet de multiplier par un facteur important le nombre de contacts de sortie sur un substrat de dimensions déterminées. Le rôle joué par ces contacts de  
40 sortie a été explicité dans le cours de l'introduction. Ainsi qu'on le verra

ultérieurement, l'invention permet également l'utilisation de systèmes de connexion d'efficacité et de simplicité remarquables. Enfin, il convient de noter qu'il n'a pas été fait mention ici du procédé d'obtention de ces structures microélectroniques; ce procédé est néanmoins compatible avec les procédés classiques de fabrication des circuits multicouches en céramique qui sont bien connus de tout homme de l'art. Cependant, pour tenir compte des modifications nécessaires à la mise en oeuvre de l'invention, les étapes nécessitant des aménagements, par rapport aux procédés connus, seront détaillées ci-après.

La figure 2 représente une feuille imprimée dite DECAL, connue dans la technique et qui opère selon le principe de la décalcomanie. Cette feuille comprend essentiellement un support plastique 23 de préférence transparent. Ce support est muni, selon une configuration désirée, de conducteurs imprimés 24 maintenus sur le support généralement au moyen d'un adhésif généralement sur la face inférieure de la feuille DECAL. Les conducteurs 24 peuvent prendre les formes les plus variées; sur la figure 2, ils comprennent à leurs extrémités un doigt conducteur 25 et un oeillet conducteur 26. Les doigts conducteurs 25 sont prévus pour venir s'appliquer contre les contacts de sortie tels 14 (figure 1A) et former une bonne connexion électrique avec ces derniers. Habituellement, la feuille DECAL 22 est pleine, cependant, compte tenu de la présente application, une ouverture 27 a été pratiquée comme on la comprendra mieux dans le cours de la description se rapportant à la figure 3A. La technique de la feuille DECAL est bien connue dans l'art de l'emballage (packaging) des semiconducteurs. On pourra trouver dans le brevet des E.U.A n° 3 614 832 (IBM) du 9 Mars 1966, toutes les informations complémentaires souhaitables, quant à sa nature, son procédé d'obtention et sa mise en oeuvre.

La figure 3A représente un premier procédé pour relier les contacts de sortie, d'une structure microélectronique 28 du genre de la structure 10 décrite en relation avec la figure 1A, au monde extérieur. Le type de liaison choisi est celui utilisant la technique dite DECAL telle qu'elle a été présentée en référence à la figure 2. Sur cette figure on a représenté une structure pyramidale simple à trois étages, respectivement 29, 30 et 31, sur laquelle ne figure, dans un but de simplification de lecture, qu'un contact de sortie par étage respectivement 32, 33 et 34, ces derniers sont des contacts particuliers qui avaient été généralement référencés en 14 sur la figure 1A. De même on a représenté très schématiquement au-dessus de cette structure, trois feuilles DECAL 35, 36 et 37 portant chacune une configuration de conducteurs électriques désirée, destinés à venir s'appliquer contre les étages 29, 30 et 31 respectivement. Les étages 29, 30 et 31 correspondent aux étages 11, 12 et 13 de la figure 1A. Egalement pour faciliter

la compréhension, chaque feuille DECAL ne porte qu'un seul conducteur imprimé respectivement 38, 39 et 40 comprenant chacun à ses extrémités un oeillet 41, 42 et 43 et un doigt 44, 45 et 46. Les conducteurs sont portés sur la face inférieure des supports plastiques, ces derniers sont de préférence transparents. Ces feuilles sont munies d'ouvertures variables 47, 48 et 49 respectivement, dont le rôle sera explicité ci-après. L'ouverture 49 dans le cas d'une structure à trois étages n'est évidemment pas nécessaire. On notera que les pastilles semiconductrices intégrées, n'ont pas été représentées sur la face supérieure de l'étage 31.

10 Le procédé de liaison sera décrit à l'aide d'une seule feuille DECAL; il est ensuite aisé de comprendre la multiplication de cette étape élémentaire. Il est nécessaire de commencer par l'étage de base ou 1er étage 29; on vient appliquer la feuille DECAL 35 sur la marche correspondant à l'étage 29, grâce à l'ouverture 47 qui correspond en fait aux dimensions du deuxième  
15 étage 30 et de telle sorte que les doigts tels que 44 viennent s'appliquer parfaitement contre les contacts de sortie tels que 32. La liaison électrique des doigts et des contacts peut se faire de façon connue, soit par soudure plomb étain (il suffit d'étamer ces parties préalablement) soit par thermo-compression, soit par d'autres procédés connus. Le support plastique est  
20 conservé de préférence, car il permet l'isolement entre conducteurs appartenant à des feuilles différentes. Si cet isolement électrique n'est pas nécessaire, le support peut être retiré. Cette opération est possible en particulier si les conducteurs tels que 38 sont fixés par un adhésif sur le support plastique tel que 35. L'opération est répétée ensuite pour les feuilles  
25 36 et 37 de la même façon, dans le cas d'une structure à trois étages.

Pour obtenir un module qui puisse être utilisé dans l'industrie il est préférable de fixer la structure sur une plaque support de préférence du genre substrat céramique de dimensions suffisantes pour recevoir un système de broches. Une telle réalisation est représentée sur la figure 3B qui est  
30 une vue en coupe de la structure représentée sur la figure 3A selon la ligne aa après qu'elle ait été munie de ses conducteurs tels que 38, 39 et 40 selon la technique DECAL. On remarquera que pour simplifier la compréhension de la figure, seul le support plastique référencé en 37 sur la figure 3A a été représenté. La structure 28 est montée puis cimentée sur un substrat  
35 céramique 50 percé de trous 51 selon une configuration désirée et peut porter à sa surface, si on le désire, une configuration de circuits imprimés formés par exemple par sérigraphie ou par dépôt métallique puis photogravure. Aux emplacements des trous, les oeillets tels que 43 des conducteurs sont maintenus contre le substrat, tandis que l'onserti les broches telles que 52.  
40 L'ensemble après passivation et encapsulation constitue un module 53 qui

peut être directement utilisé pour être monté sur une carte à circuits imprimés. On peut également envisager de remplacer le substrat céramique par une carte de circuits imprimés classique, auquel cas les broches de connexion ne seraient plus nécessaires.

5           Enfin, on peut également imaginer que la structure 28 soit directement montée sur un panneau de calculateurs.

          Encore une variante qui met en oeuvre la technique DECAL et qui mérite d'être signalée, est décrite en référence avec les figures 4A et 4B. Un cadre en matière plastique 54 formé par moulage porte des broches 55 encastées dans sa masse. Les broches dépassent des deux côtés de ce cadre. La  
10           partie extérieure de ces broches est destinée à recevoir des connecteurs femelles (non représentés) tandis que leur partie intérieure est soudée aux conducteurs correspondants 56 portés par la feuille DECAL 57. Cette  
15           feuille DECAL présente des dimensions extérieures qui correspondent aux dimensions internes du cadre et en outre présentent une ouverture centrale 58 correspondant approximativement aux dimensions de l'étage directement supérieur de celui que l'on désire connecter. La préparation du cadre se fait de la façon suivante: dans un premier temps on fixe la feuille DECAL sur la partie interne des broches dépassant du cadre 54. La feuille DECAL  
20           porte ses conducteurs sur sa face inférieure tel que cela apparaît plus clairement sur la figure 4B. Les doigts 59 des conducteurs 56 préalablement étamés sont alignés avec les broches 55 correspondantes et pressés les uns contre les autres. Une panne chauffante en forme de carré est alors appliquée afin d'assurer une bonne soudure électrique entre lesdits doigts et lesdites  
25           broches. Le cadre étant ainsi préparé on le pose sur la structure microélectronique de la présente invention du genre de celle décrite à la figure 3A. L'ouverture centrale 58 correspond ici aux dimensions de l'étage 30. Pour réaliser les connexions avec les contacts de sortie tels que 32, portés par l'étage 29 avec les doigts 60 des conducteurs 56, on aligne le cadre portant la feuille DECAL sur le premier étage 29, les doigts 60 préalablement  
30           étamés de telle sorte que les contacts de sortie 32 soient placés contre lesdits doigts 60 correspondants, on applique une panne à souder de forme appropriée pour effectuer la soudure. Cette opération est renouvelée pour chaque étage. Dans cette application le cadre plastique 54 constituant la  
35           feuille DECAL est conservé de préférence, il contribue à la rigidité de l'ensemble. Chaque cadre comporte un ou plusieurs trous de fixation 61 dont l'utilité sera prise ci-après. L'épaisseur de ces cadres correspond approximativement à l'épaisseur d'un étage, mais des cadres plus épais peuvent également être employés.

40           On a plus particulièrement représenté sur la figure 4B, en coupe, le

module 62, très voisin du module 53 de la figure 3B, tel que ce dernier avait été obtenu avec le procédé et la structure 28 décrits en référence avec la figure 3A. La structure 28, munie de ses différents cadres portant leurs conducteurs, est montée au moyen d'un adhésif ou de tout autre moyen de liaison quelconque, sur un substrat quelconque 63 qui peut être un panneau de calculateur. En accord avec ce qui a déjà été décrit ci-dessus on reconnaît le cadre 54 portant des broches telles que 55. La liaison électrique entre les contacts de sortie tels que 32, portés par le premier étage de la structure 28, et lesdites broches 55, s'effectue comme on l'a compris par les conducteurs tels que 56. On remarquera que les supports plastiques tels que 57 n'ont pas été représentés pour ne pas charger la figure. Deux autres cadres identiques au cadre 54 référencés par 64 et 65 sont également figurés pour assurer la sortie électrique des contacts de sortie portés par les 2ème et 3ème étages respectivement. Pour ajuster l'espacement de l'ensemble des cadres avec le substrat 63, une entretoise 66 peut être utilisée. Enfin cet ensemble est maintenu fermement sur le substrat par un système vis-écrou schématisé en 67 grâce aux trous de fixation 61 qui sont prévus dans les cadres tels que 54. L'ensemble une fois terminé est prêt à être embroché sur un connecteur femelle schématisé en 68 qui comporte autant d'étages qu'il y a de cadres tels que 54.

De nombreuses variantes sont possibles si on veut éviter l'intermédiaire des feuilles DECAL: on peut par exemple souder des fils directement sur les contacts de sortie, en employant l'une des techniques décrites dans l'ouvrage "Integrated Circuit Engineering Basic Technology publié par Boston Technical Publishers (1966) pages 112 à 116.

On peut également mettre en oeuvre une autre technique relativement voisine qui consiste à utiliser des cadres de conducteurs (lead frame) cette technique est bien connue de l'homme de l'art et ne sera pas décrite plus loin dans la présente description. Cependant, on pourra consulter le document suivant: Handbook of Semiconductors Electronics de Lloyd P. Hunter, 1970, McGraw Hill, pages 9.6 et 9.7. On aboutit de toute façon à une structure très similaire.

Cependant, la technique DECAL est intéressante parce qu'elle permet l'automatisation totale de l'étape de liaison et de plus présente l'avantage de ne pas être pratiquement limitée dans le nombre des conducteurs rayonnants à imprimer sur le support plastique.

La figure 5 montre un connecteur, de conception originale bien que ne présentant aucune difficulté particulière dans sa fabrication pour un homme de l'art et qui est prévu pour recevoir une structure microélectronique conforme à l'invention, telle que celle décrite à l'aide de la figure 1B.



Ce connecteur 69, destiné à recevoir le substrat 16 prévu pour être embroché sur un côté, comprend un corps 70 en matière plastique dure, par exemple en résine époxy muni d'une cavité 71, de façon à recevoir le côté du substrat qui présente la forme caractéristique symétrique en marches d'escalier, et un butoir 72 destiné à recevoir l'étage de base 17. Ce connecteur est muni de lames de contacts 73 qui viennent s'appliquer contre les contacts tels que 18 se trouvant sur les marches dudit substrat, ces lames de contact assurent la liaison de la structure microélectronique avec l'extérieur. Dans cette réalisation particulière les contacts tels que 18 ne sont pas étamés mais revêtus d'une couche d'or dur pour assurer la fiabilité des contacts. Les pastilles semiconductrices intégrées n'ont pas été représentées mais sont normalement montées sur une ou sur les deux faces de la structure 16 (voir figure 1B) ainsi que cela a été déjà mentionné. Il a été représenté un connecteur à cosses de sortie mâles: les lames de contact se prolongent à l'extérieur du connecteur sous forme d'épingle ou de broches, mais on peut également envisager des cosses de sortie femelles, ce qui permettrait l'embrochage direct du module, ainsi constitué par la structure et son connecteur, sur un panneau de calculateur, avec l'avantage immédiat de supprimer les moyens intermédiaires habituels que constituent les cartes à circuits imprimés. L'embrochage se faisant très simplement et très commodément. Ces connecteurs sont du genre ouvrable ce qui évite d'une part l'usure des contacts de sortie, d'autre part les difficultés d'embrochage. Avant l'introduction de la structure microélectronique, les mâchoires 74 portant les lames de contact 73 du connecteur sont écartées. Après introduction, elles se resserrent pour assurer une pression de contact suffisante. Le dispositif d'ouverture des mâchoires est schématisé par un carré 75 qui commandé, par exemple, par un tournevis peut écarter ou non lesdites mâchoires. Des connecteurs de ce genre pour substrats unitaires à un seul étage et munis de ce dispositif d'ouverture sont maintenant commercialisés. A noter également que la structure du genre de celle représentée à la figure 1A convient également à ce genre de connecteur; en effet, si elle est de forme pyramidale, sur les quatre côtés et symétrique par rapport à l'étage de base, on peut alors avec des connecteurs du genre de celui décrit à la figure 5 embrocher une telle structure directement sur les quatre côtés. Ces connecteurs peuvent alors être montés directement non pas avec des cosses de sortie, mais avec des câbles de raccordement. Enfin il convient de noter que si la structure microélectronique de l'invention, sous ses différentes variantes se prête particulièrement bien à la technologie des circuits multicouches céramiques, elle n'est pas limitée pour autant à ces dernières et les structures référencées par 10 ou 16 peuvent être aussi bien un substrat céramique à simple niveau

ou couche, que des cartes à circuits imprimés multicouches. Cependant, c'est dans le domaine des circuits multicouches céramiques que l'invention apparaît la plus intéressante et c'est pourquoi le procédé d'élaboration d'une telle structure conforme aux enseignements de la présente invention sera donné  
5 ci-dessous. Néanmoins, ce procédé étant pleinement compatible avec cette technologie, maintenant classique, ne sera pas détaillé outre mesure. Les différents brevets cités au début de la présente demande pouvant par ailleurs apporter les précisions souhaitées. Un exemple de fabrication d'une structure microélectronique à trois étages conforme à l'invention et du genre de celle  
10 décrite à la figure 1A comprend les étapes suivantes:

. Fabrication des feuilles de céramique.

Une pâte composée d'alumine et de liant est laminée pour obtenir une bande mince de céramique appelée feuille crue; cette bande est découpée en carrés plus grands que le format de la structure à obtenir à cause du  
15 retrait de la céramique à la cuisson.

. Perçage des trous de communication.

Chaque feuille de céramique est disposée sur une machine de perçage à indexage programmé, qui effectue la perforation des trous de communication qui permettront ultérieurement les connexions électriques entre les diffé-  
20 rents niveaux des circuits.

. Sérigraphie

Chaque feuille perçée est disposée sur une machine de sérigraphie qui imprime la configuration de circuits désirés et les contacts de sortie et en outre emplit les trous de communication, de pâte conductrice.

25 . Empilage des feuilles.

Les feuilles sont alors disposées l'une après l'autre dans une presse qui a pour but premièrement, de découper le module, et deuxièmement, de presser fortement les feuilles les unes contre les autres.

Le résultat de ce pressage est un laminé carré comportant par exemple,  
30 quinze feuilles intimement liées.

Sur une autre presse, un autre laminé carré de quinze feuilles, par exemple, est formé également, la dimension du côté du carré est inférieure (par exemple de la longueur de deux contacts de sortie du genre 14 de la figure 1A) à celle du carré précédent.

35 Un troisième laminé encore plus petit, est également formé.

. Formation du substrat

Les trois laminés sont disposés dans une presse dont la matrice est en forme de pyramide à étages où ils sont intimement liés. Les laminés n'ont pas été au cours de l'étape de lamination, suffisamment chauffés et ils  
40 sont dans un état voisin d'un empilage de feuilles de céramique crues. De

plus, on peut noter que les laminés successifs que l'on a préalablement formés peuvent à leur tour, être sérigraphiés, comme s'il s'agissait simplement de feuilles de céramique crues, ce qui permet de réaliser des connexions électriques entre lesdits laminés intermédiaires avant qu'ils ne constituent, après l'étape de cuisson, la structure microélectronique finale. On aurait pu également, si on l'avait voulu éviter les étapes de formation des laminés intermédiaires, procéder comme il est connu de le faire, par un empilage de feuilles, mais en utilisant des feuilles de dimensions différentes et une matrice de forme appropriée: pyramidale dans le cas de la structure microélectronique de la figure 1A.

. Cuisson du laminé final

Le laminé résultant est passé au four pour brûler les matières organiques des pâtes conductrices des circuits et densifier la céramique. Le passage dans un autre four du module, assure la cuisson de la céramique.

. Remplissage capillaire.

Le remplissage par capillarité, par du cuivre, dans les trous de communication, est effectué dans un troisième four, ceci dans la mesure où l'on a utilisé une pâte métallique poreuse comme cela est bien connu de l'homme de l'art.

. Achèvement des contacts de sortie.

Par dépôt électrolytique, les contacts de sortie, sont recouverts d'or, cela assure une meilleure fiabilité de la liaison électrique de ces contacts par exemple avec les lames de contact du connecteur 69 (figure 5).

. Liaison des pastilles semiconductrices intégrées monolithiques sur le substrat pour achever la structure microélectronique.

Bien que l'on ait décrit dans ce qui précède et représenté sur les dessins les caractéristiques essentielles de l'invention appliquées à un mode de réalisation préféré de celle-ci, il est évident que l'homme de l'art peut y apporter toutes modifications de forme ou de détail qu'il juge utiles, sans pour autant sortir du cadre de ladite invention.

## REVENOICATIONS

- 1.- Substrat pour structure microélectronique de forme polygonale caracté-  
risé en ce qu'il est constitué par au moins deux étages, l'un étant décalé  
par rapport à l'autre sur au moins un des côtés dudit substrat créant ainsi  
5 deux marches et qu'une pluralité de contacts de sortie sont placées sur ces  
deux marches.
- 2.- Substrat selon la revendication 1 dans lequel toutes lesdites marches  
se développent d'un même côté dudit substrat.
- 3.- Substrat selon la revendication 1 ou 2 dans lequel toutes lesdites mar-  
10 ches se développent sur les deux côtés dudit substrat.
- 4.- Substrat selon la revendication 1, 2 ou 3 caractérisé en ce qu'il pré-  
sente une forme approximativement pyramidale.
- 5.- Substrat selon les revendications 1, 2, 3 ou 4 caractérisé en ce qu'au  
15 moins un étage est réalisé selon la technologie des circuits multicouches  
en céramique.
- 6.- Substrat selon les revendications 1, 2, 3 ou 4 caractérisé en ce qu'au  
moins un étage est réalisé selon la technologie des circuits imprimés multi-  
couches.
- 7.- Structure microélectronique mettant en oeuvre un substrat du genre décrit  
20 dans l'une quelconque des revendications ci-dessus caractérisée en ce qu'au  
moins une des surfaces dudit substrat est munie d'au moins une pastille  
semiconductrice intégrée.
- 8.- Procédé de fabrication d'un substrat pour structure microélectronique  
du genre comprenant les étapes suivantes:  
25 . formation à partir d'une pâte composée d'alumine et de liant d'une  
pluralité de feuilles de céramique crue.  
. découpage de ces feuilles au format voulu,  
. perçage des trous de communication selon une configuration désirée de  
chacune des feuilles découpées,  
30 . sérigraphie des conducteurs, des contacts de sortie et remplissage  
des trous de communication,  
. empilage des feuilles et lamination pour constituer au moins deux

laminés correspondant à deux étages,

. découpage desdits laminés aux dimensions désirées, pour obtenir au moins deux marches, lesdits contacts de sortie étant placés sur lesdites marches,

5 caractérisé en ce que l'on procède en outre aux étapes suivantes:

. empilement desdits laminés, puis lamination globale dans une presse avec une matrice de forme appropriée pour fournir un nouveau laminé, et enfin

. cuisson et densification de la céramique, pour obtenir ledit substrat.

10 9.- Procédé de fabrication d'un substrat pour structure microélectronique du genre comprenant les étapes suivantes:

. formation à partir d'une pâte composée d'alumine et de liant d'une pluralité de feuilles de céramique crue,

. découpage de ces feuilles au format voulu,

15 . perçage des trous de communication selon une configuration désirée de chacune des feuilles découpées,

. sérigraphie des conducteurs, des contacts de sortie et remplissage des trous de communication,

caractérisé en ce que l'on procède en outre aux étapes suivantes:

20 . empilage des feuilles par groupe correspondant à leur étage respectif, formation d'au moins deux étages créant au moins deux marches et lamination dans une presse avec une matrice de forme appropriée, et obtenir un laminé de forme désirée, lesdits contacts de sortie étant placés sur lesdites marches,

25 . cuisson et densification de la céramique pour obtenir ledit substrat.

10.- Procédé de fabrication selon la revendication 8 ou 9 caractérisé en ce qu'il comprend en outre l'étape de:

. achèvement des contacts de sortie par dépôt électrolytique d'un métal bon conducteur de l'électricité.

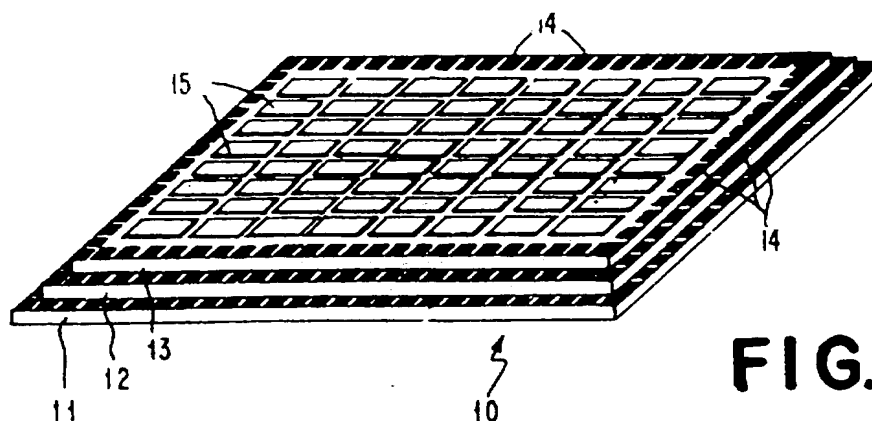
30 11.- Procédé de fabrication d'une structure microélectronique mettant en oeuvre un substrat du genre décrit dans la revendication 8, 9 ou 10, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape suivante:

. liaison d'au moins une pastille semiconductrice intégrée monolithique sur au moins une des surfaces dudit substrat.

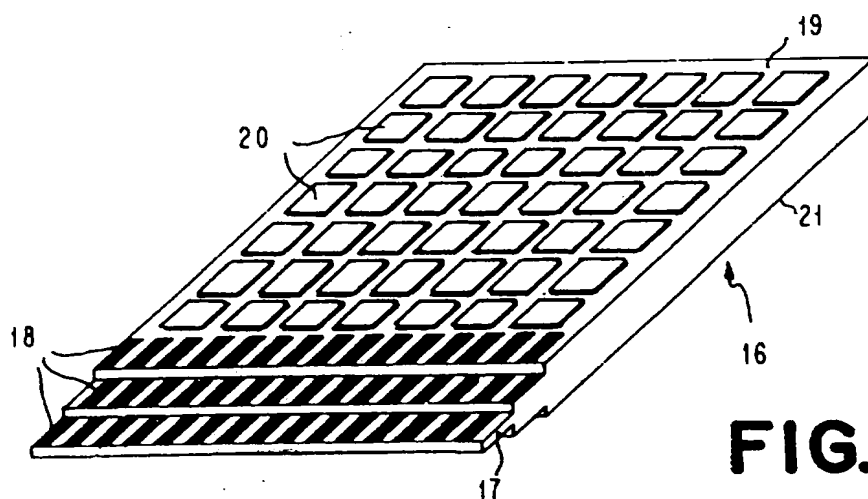
35 12.- Procédé de pose de conducteurs sur les contacts de sortie d'une struc-

ture microélectronique telle que décrite dans la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

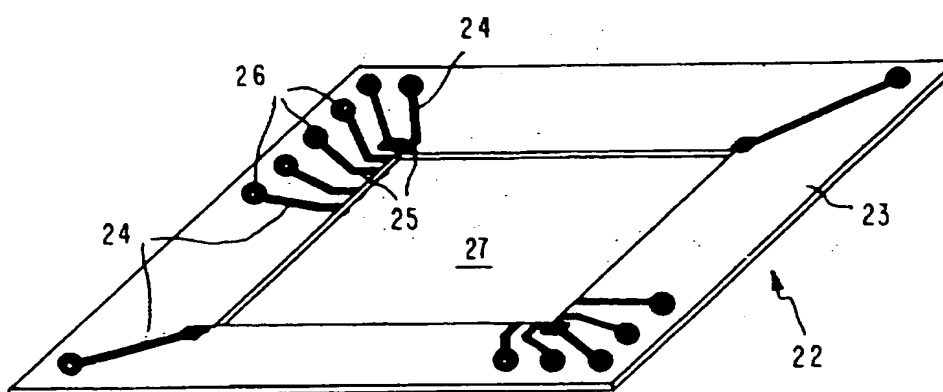
- 5       a. élaboration d'un cadre portant une pluralité de conducteurs selon une configuration désirée, présentant le cas échéant une ouverture centrale correspondant aux dimensions de l'étage adjacent de celui qui doit recevoir ladite pluralité de conducteurs,
- b. alignement dudit cadre avec l'étage qui doit recevoir ladite pluralité de conducteurs de telle sorte que lesdits contacts de sortie soient mis en contact avec au moins une partie desdits conducteurs correspondants,
- 10       c. liaison électrique entre lesdites parties desdits conducteurs et lesdits contacts de sortie,
- d. renouvellement des étapes a, b, c, pour chacun desdits étages.



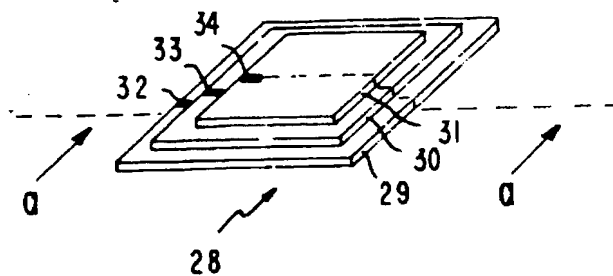
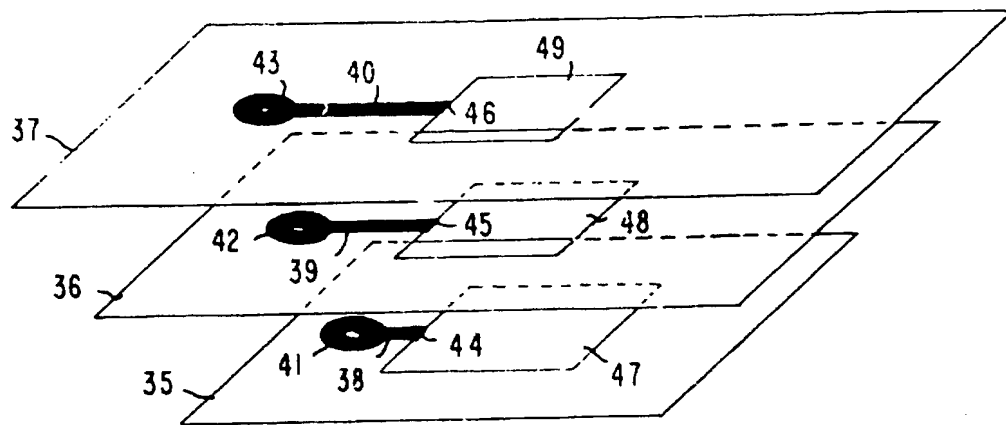
**FIG. 1A**



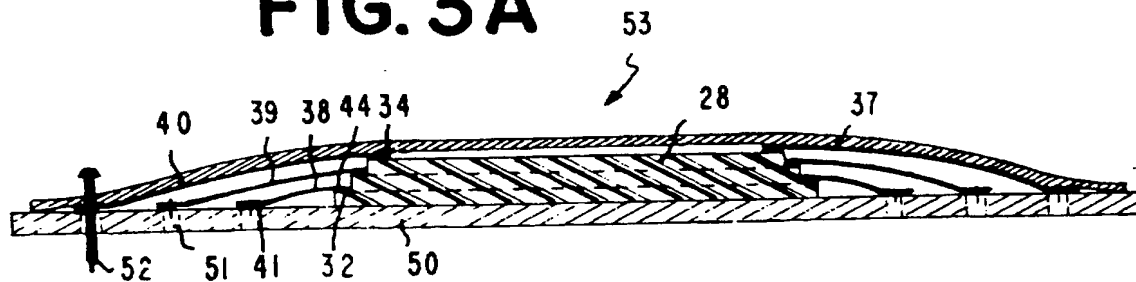
**FIG. 1B**



**FIG. 2**



**FIG. 3A**



**FIG. 3B**



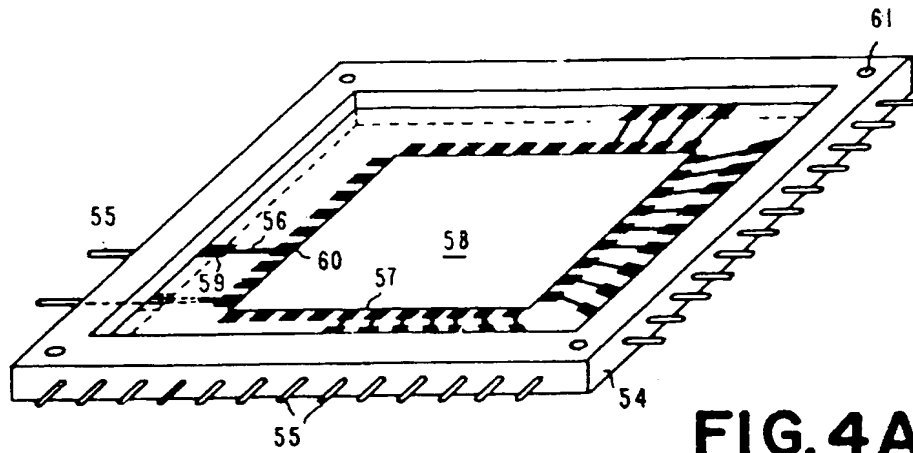


FIG. 4A

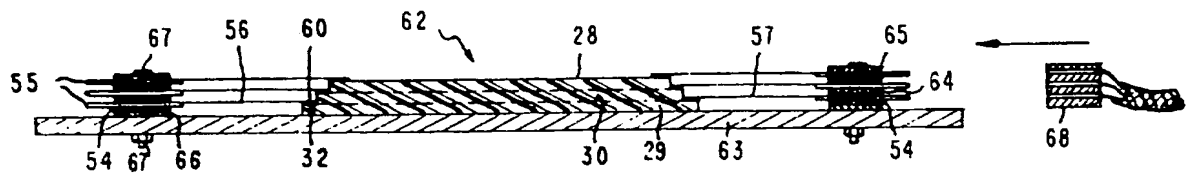


FIG. 4B

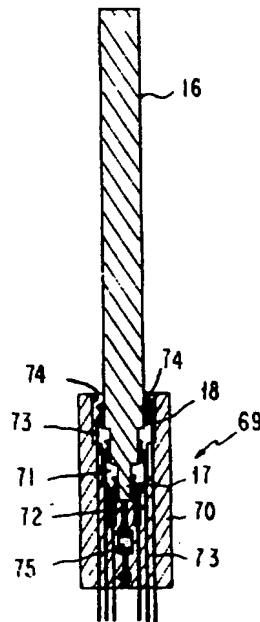


FIG. 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)